

● 高等学校教材



环境毒理学基础

(第二版)

孟紫强 主编

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校教材

环境毒理学基础

Huanjing Dulixue Jichu

(第二版)

孟紫强 主编



宁波大学 00694294



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是在普通高等教育“十五”国家级规划教材——《环境毒理学基础》的基础上,根据学科发展和教学需求修订而成。

全书共 19 章,第一至六章,主要介绍环境毒理学基础理论,包括对环境化学物的生物吸收、体内分布、代谢转化及排泄,环境化学物的一般毒性、特殊毒性及其评价方法,以及环境化学物对人群健康危险度和安全的评价理论和技术等。第七至九章,阐述环境毒理学的主要分支科学——大气环境毒理学、水环境毒理学及土壤环境毒理学的基本内容和研究进展。第十至十九章,对环境主要污染因素的毒性作用进行论述。与第一版相比,本书新增加了环境化学致癌物、肥料的毒性、环境光污染、环境噪声污染、环境生物污染等章节,在每章后均增加了思考题和推荐阅读文献。

本书可作为高等学校环境类专业本科生教材,也可供相关专业的学生和环境科学与工程科研工作者及管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境毒理学基础/孟紫强主编. —2 版. —北京:高等教育出版社,2010. 12
ISBN 978-7-04-030827-3

I. ①环… II. ①孟… III. ①环境毒理学-高等学校-教材 IV. ①R994.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 208435 号

策划编辑 陈 文 责任编辑 谭 燕 封面设计 于文燕
责任绘图 尹 莉 版式设计 余 杨 责任校对 胡晓琪
责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中青印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 26.25
字 数 640 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>
版 次 2003 年 12 月第 1 版
2010 年 12 月第 2 版
印 次 2010 年 12 月第 1 次印刷
定 价 40.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 30827-00

本书编委会成员

(以姓氏笔画为序)

马爱国 朱茂祥 张 波 张志红
李瑞金 孟紫强 郝卫东 郭新彪

第二版前言

本书第一版是普通高等教育“十五”国家级规划教材,自出版以来,环境毒理学的科研和教学又有了较大发展,尤其是生态毒理学的迅速兴起,促使人们对这两门学科的定义、研究范畴、教学目的和内容等科学问题进行深入研究和重新审度。通过研究和实践,近年来学科领域对于这些问题的认识更为科学、更为确切,更易于操作。以往认为,环境毒理学是研究环境污染物对生物有机体的损害作用及其规律的科学;而目前则认为,环境毒理学是研究环境污染物对人体和人群及相关生物的损害作用及其规律的科学,生态毒理学是研究物理、化学及生物因素特别是环境污染物对非人类生物及其生态系统的损害作用及其规律的科学。根据当前对环境毒理学概念、研究目标和任务的最新理解,本书以环境污染对人体健康的危害为主线,对第一版进行了较大的修改,力求全书内容均符合现代环境毒理学的新概念、新范畴。

环境毒理学是运用物理学、化学、医学和生命科学等多种学科的理论和方法,研究各种环境因素,特别是化学污染物对人体和人群及相关生物的损害作用及其规律的一门新兴学科。它是研究和理解环境与健康、环境与生态平衡、环境与生物多样性等重要问题的工具和手段。因此,学习和掌握环境毒理学的基本理论和方法,对于认识环境问题的实质并寻求解决环境问题的途径是必不可少的。

本书主要介绍现代环境毒理学的基本概念、理论基础和研究方法,全书内容在第一版的基础上新增三章一节;对水环境毒理学和土壤环境毒理学两章作了重新编写;根据当前物理和生物污染日益严重的实际情况,本书除增加环境化学致癌物、肥料的毒性新章节之外,还新增环境光污染、环境噪声污染、环境生物污染等章节,对农药的毒性进行了重新编写,从而使本书的教学适用范围比第一版更为广泛。为了满足读者对环境毒理学和生态毒理学试验方法和技术的需求,我们建议另外编写专门的实验教材,为此在本书中不再设实验课程内容。

近年来,随着生态毒理学及其课程的出现,有人会提到这样的问题:在什么情况下选择开设“环境毒理学”课程或“生态毒理学”课程?我们认为,一般来说,“环境毒理学”课程适合在环境类专业开设,而“生态毒理学”更适合在生态类专业和资源类专业设置;然而也应根据每个学校的专业特色或侧重点、教学基础、实验条件、师资力量等具体情况来定。生态毒理学和环境毒理学有各自不同的目标、任务和内容,对于当前人类面临的严重的环境和生态问题的理解和寻求解决方法都是必不可少的,如果条件允许,两门课程都开设应是更佳选择。

本书由孟紫强(第一、二、三、七、十、十一章)、郝卫东(第四章、第五章第一、二节、第十八章第一节)、马爱国(第五章第三节、第十四、十五章)、郭新彪(第六、十三、十七章)、张志红(第八、九章)、张波与孟紫强(第十二章)、朱茂祥(第十六章)、贾玉巧(第十八章第二节)及李瑞金(第十九章)等教授编写。最后由孟紫强教授修改定稿。对于各位教授的友情支持和在编著过程中付出的辛劳,作为主编深表谢意。

本书在编写出版过程中,得到教育部高等学校环境科学与工程教学指导委员会和有关学校领导的关心,特别是高等教育出版社陈文编辑给予了热情的鼓励和支持,责任编辑谭燕提出了宝贵的修改意见。为此,全体编著人员表示衷心感谢。

限于我们的业务水平和编写经验,本教材可能存在疏漏和不足之处,希望有关专家、老师及同学们随时提出宝贵意见,使之更臻完善。

孟紫强

2009.3.25

第一版前言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,是环境类专业的专业基础课教材。

环境毒理学是运用物理学、化学、医学和生命科学等多种学科的理论和方法,研究各种环境因素,特别是化学污染物对生物有机体的损害作用及其规律的一门新兴边缘学科。它是研究和理解环境与健康、环境与生态平衡、环境与生物多样性等重要问题的工具和手段。因此,学习和掌握环境毒理学的基本理论和方法,对于认识环境问题的实质并寻求解决环境问题的途径是必不可少的。

本书主要介绍环境毒理学的理论基础和实验方法。它是各位编者在长期教学实践中所用讲义的基础上,参考了近几年来国内外出版的有关环境毒理学、卫生毒理学及毒理学教材和专著,结合近年来环境毒理学的发展和环境保护工作对毒理学知识的需求编写的。全书共十六章,介绍了环境毒理学的理论基础和基本实验技术,论述了它的主要分支学科——大气环境毒理学、水环境毒理学及土壤环境毒理学的主要内容,并对不同环境因子的毒性进行了阐述。此外,还介绍了环境类激素的毒性、环境基因组计划等前沿内容。收录了十六个重要的实验研究方法供教学实习和科研选用。

本书由孟紫强(第一、二、三、七、十章)、郝卫东(第四章和第五章的第一、二节)、马爱国(第五章第三节、第十一、十二章)、郭新彪(第六、十四、十六章)、刘静玲(第八章)、花日茂(第九、十三章)等教授编写。此外,还请耿红博士编写了第十五章并收集整理实验一至实验十一,刘静玲教授收集整理实验十二至实验十六。最后由孟紫强教授统稿。

由于编者业务水平和编写经验有限,书中难免存在疏漏和不足之处,希望有关专家、老师及同学们随时提出宝贵意见,使之更臻完善。

孟紫强

2003.6.16

目 录

第一章 绪论	1
一、概述	1
二、环境毒理学的研究对象、任务及内容	2
三、环境毒理学的研究方法	3
思考题	5
推荐阅读文献	5
第二章 环境化学物的生物转运和生物转化	6
第一节 生物转运	6
一、生物膜的结构与功能	6
二、环境化学物通过生物膜的方式	7
三、吸收	10
四、分布与贮存	13
五、排泄	16
第二节 毒物动力学	18
一、基本概念	19
二、静脉注射一室动力学模型	20
三、静脉注射二室动力学模型	21
第三节 生物转化	24
一、生物转化的反应类型	25
二、影响生物转化的因素	37
思考题	41
推荐阅读文献	42
第三章 环境化学物的毒性作用及其影响因素	43
第一节 毒性作用	43
一、基本概念	43
二、毒性作用的类型	47
三、环境化学物的联合毒性作用	49
四、毒性作用的机理	52
第二节 影响毒性作用的因素	57
一、环境化学物的结构与性质	57
二、机体(宿主)状况	59

三、接触条件	62
四、环境因素	63
思考题	63
推荐阅读文献	64
第四章 环境化学物的一般毒性及其评价	65
第一节 化学物毒性评价的实验基础	65
一、实验动物的选择	65
二、常用的染毒方法	69
第二节 急性毒性及其评价方法	71
一、急性毒性的概念	71
二、急性毒性评价方法	71
三、急性毒性分级	76
第三节 亚慢性、慢性毒性及其评价方法	77
一、亚慢性、慢性毒性的概念	77
二、亚慢性和慢性毒性试验的目的	78
三、亚慢性和慢性毒性的评价方法	78
第四节 皮肤局部毒性作用及其评价方法	81
一、皮肤局部毒性	81
二、皮肤局部作用的评价方法	82
思考题	85
推荐阅读文献	85
第五章 环境化学物的特殊毒性及其评价	86
第一节 环境化学物的致突变性及其评价	86
一、概述	86
二、突变的类型	87
三、致突变的作用机理	90
四、突变的不良后果	95
五、致突变作用的评价	96
第二节 环境化学物的致癌作用及其评价	107
一、环境致癌与化学致癌	107
二、化学致癌的机制	108
三、环境化学致癌物的分类	112
四、环境化学致癌物的评价	114
第三节 环境化学物的生殖发育毒性及其评价	118
一、生殖毒性及其评价	118

二、发育毒性及其评价	122
思考题	129
推荐阅读文献	129
第六章 环境化学物的安全性和健康危险度评价	130
第一节 环境化学物的安全性评价	130
一、基本概念	130
二、安全性评价的内容和程序	131
三、安全性评价的法规	133
第二节 环境健康危险度评价	133
一、概述	133
二、环境健康危险度评价的基本步骤	134
三、环境健康危险度评价的新课题	142
思考题	145
推荐阅读文献	145
第七章 大气环境毒理学	146
第一节 概述	146
一、大气环境毒理学概念	146
二、大气污染的来源与类型	146
三、一次污染物与二次污染物	147
四、室内空气污染	147
第二节 大气污染物致病、致癌、致突变作用	148
一、大气污染物对健康影响的特征	148
二、大气污染物对健康的影响	149
第三节 有害气体的毒性作用及其机理	152
一、二氧化硫	152
二、氮氧化物	160
三、一氧化碳	163
四、臭氧和光化学烟雾	166
第四节 大气颗粒物的作用及其机理	170
一、大气颗粒物的来源	171
二、颗粒物的形态和化学组成	171
三、颗粒物的一般毒性	172
四、颗粒物致突变、致癌作用	174
五、其他危害	176
思考题	176

推荐阅读文献	177
第八章 水环境毒理学	178
第一节 概述	178
一、水圈、水体及水体资源	178
二、水体污染的来源	178
三、水体污染物的类型	180
四、水体富营养化	180
第二节 污染物在水体中的迁移转化与生物富集	182
一、污染物进入水体的途径	182
二、污染物在水环境中的迁移转化	182
三、水体污染物的生物富集	183
第三节 水环境污染对人体和动植物的危害	183
一、对人体健康的危害	183
二、对水生生物的危害	187
三、对植物的危害	188
第四节 水中有害物质的毒性作用及其机理	188
一、藻毒素	188
二、氯化消毒副产物	194
三、氰化物	195
四、酚类化合物	197
思考题	198
推荐阅读文献	198
第九章 土壤环境毒理学	199
第一节 土壤环境的一般性状	199
一、土壤的物理学性状	199
二、土壤的化学性状	200
三、土壤的生物学性状	201
第二节 土壤的污染和自净	202
一、土壤背景值和土壤环境容量	202
二、土壤污染物的来源与类型	202
三、土壤污染的特点	204
四、土壤污染的自净	204
第三节 污染物在土壤中的环境行为	205
一、影响土壤中化学物质迁移转化的因素	205
二、土壤中重金属的环境行为	206

三、土壤中农药的环境行为	207
第四节 土壤污染的生物学效应	208
一、土壤污染对人体健康的危害	208
二、土壤污染对其他生物的危害	210
思考题	212
推荐阅读文献	212
第十章 重金属的毒性	213
第一节 汞	214
一、汞污染的来源与行为	214
二、汞的理化性质	214
三、汞的代谢	215
四、汞的毒性作用	216
五、汞的环境卫生标准	218
第二节 铅	219
一、铅污染的来源	219
二、铅的理化性质	219
三、铅的代谢	219
四、铅的毒性作用	220
五、铅的环境卫生标准	225
第三节 镉	225
一、镉污染的来源	225
二、镉的理化性质	225
三、镉的代谢	225
四、镉的毒性作用	227
五、镉的环境卫生标准	229
第四节 铬	230
一、铬污染的来源	230
二、铬的理化性质	230
三、铬的代谢	231
四、铬的毒性作用	232
五、铬的环境卫生标准	235
第五节 砷	235
一、砷污染的来源	235
二、砷的理化性质	236
三、砷的代谢	236

四、砷的毒性作用	238
五、砷的环境卫生标准	244
思考题	244
推荐阅读文献	244
第十一章 农药与肥料的毒性	245
第一节 概述	245
第二节 农药污染与残留	246
一、农药对环境的污染	246
二、农药残留	248
第三节 农药的毒性作用	250
一、农药对人体健康的影响	250
二、农药的生态毒理学效应	253
第四节 几种重要农药的毒理效应	256
一、有机氯农药	256
二、有机磷农药	259
三、氨基甲酸酯类农药	262
四、拟除虫菊酯类农药	263
五、除草剂	265
第五节 肥料的毒性	266
一、肥料对环境的污染	267
二、肥料污染对人体健康的危害及其机理	269
三、肥料污染的生态毒理作用及其机理	271
思考题	273
推荐阅读文献	273
第十二章 环境化学致癌物	274
第一节 多环芳烃	274
一、多环芳烃的性质及种类	275
二、多环芳烃的吸收和代谢	279
三、多环芳烃的致癌作用及其机理	280
四、影响多环芳烃致癌性的因素	281
第二节 其他环境有机化学致癌物	282
一、芳香族氨基和硝基化合物	282
二、亚硝胺类化合物	283
三、多氯联苯	286
四、生物烷化剂	289

五、氯乙烯	290
第三节 环境无机化学致癌物	291
一、重金属	291
二、石棉	293
第四节 环境生物致癌物	294
一、黄曲霉毒素	294
二、植物中的致癌物	297
思考题	297
推荐阅读文献	298
第十三章 环境内分泌干扰物	299
第一节 概述	299
第二节 环境内分泌干扰物的种类和污染水平	299
一、环境内分泌干扰物的种类	299
二、环境内分泌干扰物的污染水平	301
第三节 环境内分泌干扰物的毒性作用	302
一、二噁英的一般毒性	303
二、二噁英的生殖发育毒性	303
三、二噁英的致癌性	304
四、二噁英的免疫毒性	304
第四节 二噁英健康危险度评价的现状	304
一、按有阈化学物对二噁英的评价	305
二、按无阈化学物对二噁英的评价	305
第五节 环境内分泌干扰物的筛查	306
思考题	306
推荐阅读文献	306
第十四章 石油的毒性	307
第一节 石油污染对环境的危害	308
一、对水环境的危害	308
二、对土壤环境的危害	309
三、对大气环境的危害	309
第二节 原油及其含硫化合物的毒性	309
一、原油的毒性	309
二、含硫化合物的毒性	310
第三节 石油馏分及毒性	311
一、液化石油气	311

二、汽油	311
三、柴油	312
四、石蜡	313
五、沥青	313
第四节 石油燃烧产物的毒性	313
一、一氧化碳	314
二、颗粒物	314
三、硝基多环芳烃	315
第五节 炼油环境污染对人群健康的影响	315
思考题	316
推荐阅读文献	316
第十五章 有机溶剂的毒性	317
第一节 链烷烃的毒性	318
一、链烷烃的一般性质	318
二、正己烷的应用及毒性	318
第二节 芳香族碳氢化合物的毒性	319
一、芳香族碳氢化合物的一般性质	319
二、苯和烷基苯的毒性	319
第三节 酮的毒性	321
一、酮的一般性质	321
二、丙酮的毒性	322
第四节 醇的毒性	323
一、醇的一般性质及毒性	323
二、甲醇和乙醇的性质及毒性	323
第五节 含氯碳氢化合物的毒性	324
一、含氯碳氢化合物的一般性质及毒性	324
二、三氯甲烷和四氯化碳的性质及毒性	325
思考题	325
推荐阅读文献	326
第十六章 环境电离辐射	327
第一节 电离辐射基本概念	327
一、放射性	327
二、电离辐射的测量与剂量	328
三、传能线密度和相对生物学效应	328
第二节 电离辐射生物学效应	330

一、辐射效应的分类及影响因素	330
二、电离辐射对生物大分子的作用	333
三、电离辐射对细胞的作用	334
四、组织器官的辐射效应	335
五、全身照射的效应	337
六、辐射的致癌效应与遗传效应	337
七、放射性核素内照射的生物学效应	338
八、小剂量外照射的生物学效应	340
第三节 环境电离辐射及其对健康的影响	341
一、高本底辐射地区流行病学研究	341
二、居室氡及其子体的健康效应	342
三、切尔诺贝利核电站事故对环境和健康的影响	343
思考题	344
推荐阅读文献	345
第十七章 环境电磁辐射	346
第一节 环境电磁辐射的概念	346
第二节 环境电磁辐射源和污染状况	347
一、环境电磁辐射源的类型	348
二、环境的电磁辐射污染状况	348
第三节 电磁辐射对机体的影响	349
一、对神经系统的影响	349
二、对心血管系统的影响	350
三、对内分泌功能及代谢的影响	350
四、对免疫功能的影响	350
五、对生殖系统和胎儿发育的影响	350
六、电磁辐射的致癌作用	351
第四节 环境电磁辐射的防护和管理	353
思考题	355
推荐阅读文献	355
第十八章 环境光污染与噪声污染	356
第一节 环境光污染	356
一、可见光	357
二、紫外线	358
三、红外线	360
四、激光	363

第二节 环境噪声污染	365
一、声的基本概念	365
二、噪声对听觉系统的危害	367
三、噪声对非听觉系统的危害	368
四、噪声对健康危害的影响因素	369
五、环境噪声危害的预防措施	370
思考题	371
推荐阅读文献	371
第十九章 环境生物污染	372
第一节 概述	372
一、概念	372
二、生物污染的特点	373
第二节 大气环境生物污染	373
一、大气环境生物污染的种类	374
二、大气环境生物污染对健康的危害及其机理	374
第三节 水环境生物污染	379
一、水环境生物污染及其危害	379
二、水环境中的主要生物污染物	380
三、水环境生物污染物的毒性作用及其机理	382
第四节 土壤环境生物污染	382
一、土壤生物污染物的种类及对人体健康的影响	383
二、土壤生物污染物的来源及防治	384
思考题	385
推荐阅读文献	386
主要参考文献	387
索引	389